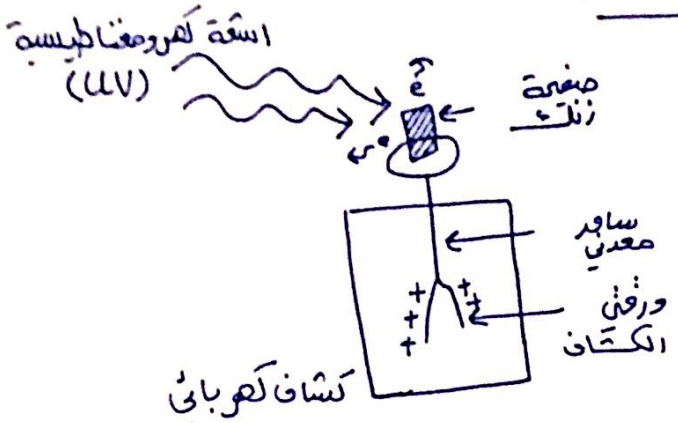
التأثير الكهروضوئي



- **علل** : انفراج ورقتي الكشاف عند سقوط اشعة فوق بنفسجية على سطح الزنك .

* ذلك بسبب خروج الالكترونات من سطح الزنك وبالتالي تراكم الشحنة الموجبة على ورقتي الكشاف وذلك عند تسليط جهد مناسب على سطح الزنك .

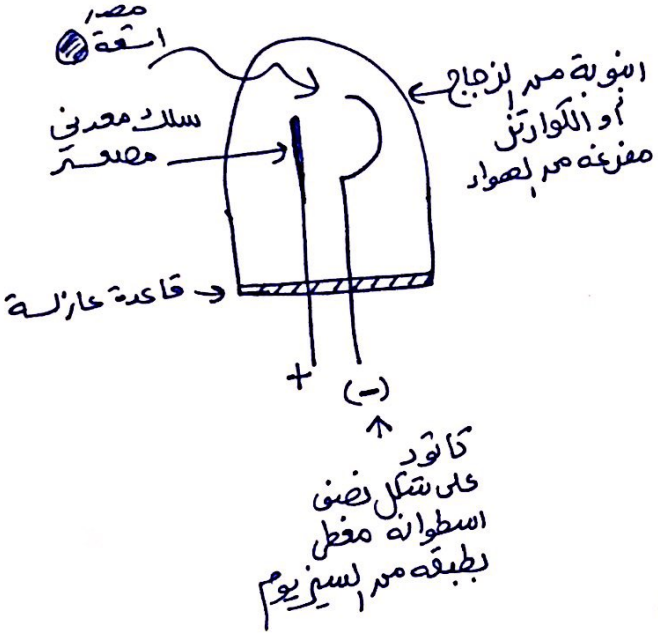
* هذه الظاهرة حدثت لجميع الفلزات (علل) ← لأن الفلزات تحتوي على الكترونات حرة .

تسمى هذه الظاهرة بظاهرة الانبعاث الكهروضوئي .

(!!)

انبعاث الالكترونات من اسطح الفلزات عند تعرضها لموجات كهرومغناطيسية مناسبة وتسمى هذه الالكترونات ← الالكترونات الضوئية

* الخلية الكهروضوئية



علل

① انبوبة الخلية الكهروضوئية من الزجاج أو الكوارتز ، وتفضل من الكوارتز .

* حتى تسمح بنفاذ الاشعة الكهرومغناطيسية من خلالها ، الكوارتز يسمح بنفاذ جميع الأشعة ، أما الزجاج فيمتص بعض الاشعة فوق البنفسجية .

② انبوبة الخلية الكهروضوئية مفرغة من الهواء .

* حتى لا تعيق جزيئات الهواء الالكترونات المنطلقة من المهبط (الكاثود) وكذلك حتى لا يتأكسد السيزيوم .

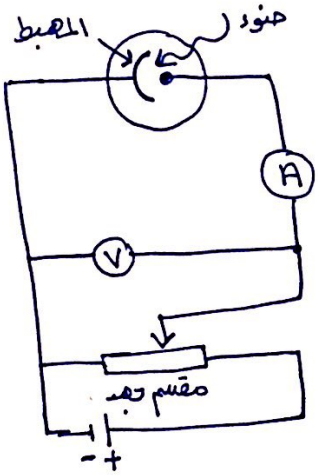
Scanned by CamScanner

(3) المصعد في الخلية الكهروضوئية يكون على شكل نصف اسطوانة معدنية .
* حتى تتجمع الالكترونات المنطلقة من سطح المهبط في نقطة واحدة هي بؤرة النصف اسطوانة .

(4) مصعد الخلية يكون على شكل سلك رفيع ، وموضوع في محور النصف اسطوانة.
- حتى لا يحجب أي شعة من الوصول للمهبط
- حتى يكون في نقطة تجمع الالكترونات المنطلقة من سطح المهبط.

ملاحظة هامة
عند سقوط ضوء مناسب على سطح المهبط في خلية الكهروضوئية تتحرر الالكترونات من سطح الكاثود بسرعات مختلفة تتراوح بين صفر وقيمة عظمى ، ويعتمد ذلك على ارتباطها في الشبكة البلورية للفلز ..

* دراسة الدائرة الكهربائية لتجربة التأثير الكهروضوئي :



(1) - عندما يسقط ضوء بتردد مناسب وشدة معينة تنبعث الالكترونات من سطح الكاثود وتتجه نحو المصعد نتيجة وجود فرق جهد كهربائي بين المهبط والمصعد ويسجل مرور تيار .

(2) - عند عكس أقطاب البطارية ← تسليط جهد سالب على خلية الكهروضوئية
∴ الالكترونات الضوئية المنطلقة من الكاثود تواجه جهد سالب يمنعها من الوصول للمصعد

علل عند عكس أقطاب البطارية وتسليط جهد سالب شدة التيار لا/ في الدائرة ≠ صفر.
لأن الالكترونات تتحرر بسرعات مختلفة ، وبالتالي الالكترونات ذات طاقة الحركة العالية تستطيع أن تتغلب على الجهد السالب والوصول للمصعد فسجلة مرور تيار ..

(3) - يتم بعد ذلك زيادة الجهد السالب حتى تقف الالكترونات ذات

Scanned by CamScanner

أقصى طاقة حركة عند الوصول للصفر، عندها $I=0$ وهذا الجهد العكسي يسمى (جهد الايقاف)

هو الجهد اللازم لتسليطه على الخلية ويمنع الالكترونات ذات أقصى طاقة حركة من الوصول للصفر.

عند جهد الايقاف $\leftarrow I=0$

$\therefore KE_{max}$ للالكترونات $\Rightarrow$ تحولت لطاقة وضع قبل سقوط ضوء على الصفر نتيجة الجهد العكسي

$$KE_{max} = PE$$

$$KE_{max} = q V_0 \leftarrow \text{جهد الايقاف}$$

q شحنة الالكترون

$$KE_{max} = e V_0$$

$$V_0 = \frac{KE_{max}}{e}$$

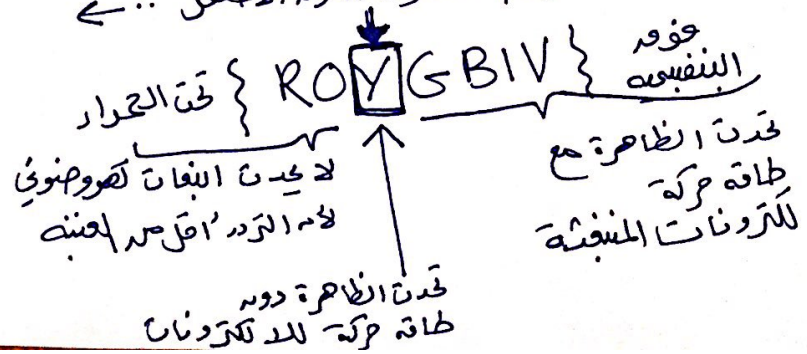
* الملاحظات التي تم تسجيلها من خلال تجربة خلية الكهروضوئية :

(١) لا تحدث ظاهرة الانبعاث الكهروضوئي إلا اذا كان تردد الموجات الكهرومغناطيسية الساقطة على سطح الكاثود أكبر من قيمة معينة تسمى تردد العتبة (f_0)

(f_0) أقل تردد للضوء أو الموجات الساقطة ليصح بانبعاث الالكترونات ضوئية دون اكسابها طاقة حركة ويعتمد على نوع الفلز.

(λ_0) الطول الموجي للعتبة $\leftarrow$ أطول طول موجي للضوء الساقط ليصح بانبعاث e ضوئية دون اكسابها KE ويعتمد على نوع الفلز

مثال) تردد العتبة للصوديوم عند تردد اللون الاصفر $\therefore \leftarrow$



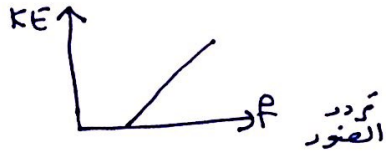
Scanned by CamScanner

② يحدث الانبعاث الكهروضوئي مباشرة بمجرد اضاءة السطح بالضوء المناسب.
لحظياً

③ عدد الالكترونات المنبعثة يزداد بزيادة شدة الضوء الساقط [نلاحظ ذلك بزيادة شدة التيار المار في الدائرة]
ولا تؤثر زيادة شدة الضوء على طاقة حركة الالكترونات
↓
نلاحظة من خلال عكس أقطاب الخلية فنجد (V_0) ثابت ∴ لم تتغير طاقة الحركة للالكترونات

④ تزداد القيمة العظمى لطاقة حركة الالكترونات المنبعثة من السطح بزيادة تردد الضوء الساقط

شدة الضوء ثابتة



* فشل النظرية الموجية في تفسير الظاهرة الكهروضوئية

① فشلت في تفسير تردد العتبة، واعتماد KE على تردد الضوء الساقط
② فشلت في تفسير حدوث ظاهرة الانبعاث لحظياً بمجرد اضاءة السطح بالضوء المناسب مهما كانت الاضاءة ضعيفة.
③ فشلت في تفسير اعتماد I على شدة الاضاءة مع بقاء KE ثابتة بزيادة شدة الضوء الساقط.

* نظرية الفوتون لاينشتاين

① الضوء عبارة عن كمات منفصلة عن كمة صغرى تسمى الفوتون
② كل فوتون له طاقة تعتمد على تردد الضوء $E = hf$

$$E \propto f$$

③ كل فوتون يتعامل مع الكترون واحد فقط ويعطيه طاقته ..

طاقة الفوتون $E = hf$
- دالة الشغل (W_0)
- طاقة حركة (KE)

Scanned by CamScanner

دالة الشغل (W_0) أقل طاقة للفوتون الساقط تسمح بانبعاث الكترون ضوئي من سطح فلز ما. وهي تختلف من فلز لآخر وثابتة للمادة الواحدة.

(علل) اختلاف دالة الشغل من فلز لآخر.

- بسبب اختلاف ترابط الالكترونات في ذرات الفلز.

دالة الشغل $W_0 = h f_0$ ← تردد العتبة

ثابت بلانك

طاقة الفوتون الساقط = طاقة الحركة للالكترون الضوئي + دالة الشغل

$E(hf) = W_0 + KE$

$$hf = hf_0 + \frac{1}{2}mv^2$$

دالة الشغل ← طاقة العتبة

طاقة الفوتون

1) $hf < W_0$
لن تحدث الظاهرة لأن طاقة الفوتون غير كافية لتحرير الالكترونات

2) $hf > W$
تتحرر الالكترونات وتكتسب طاقة حركة

3) $hf = W$
تتحرر الالكترونات بدون طاقة حركة.

(1) علل تردد العتبة في ضوء معادلة اينشتاين؟

أقل طاقة لازمة لتحرير الالكترونات ← طاقة العتبة للفوتون وتردده تردد العتبة.

فإذا كان تردد الفوتون الساقط أقل من تردد العتبة فإن طاقته أقل من طاقة العتبة (دالة الشغل) ∴ أقل من دالة الشغل اللازمة لتحرير الالكترونات ← لم تتحرر الالكترونات ولم تحدث الظاهرة

(2) علل زيادة طاقة الحركة بزيادة تردد الضوء الساقط حسب معادلة اينشتاين؟

$$hf = hf_0 + \frac{1}{2}mv^2$$

$$\frac{1}{2}mv^2 = hf - hf_0$$

$$\frac{1}{2}mv^2 = h(f - f_0)$$

ثابت للفلز الواحد

طردية

$\therefore KE \propto f$

Scanned by CamScanner

③ فسري زيادة شدة التيار بزيادة شدة الضوء الساقط.

زيادة شدة الضوء ← زيادة عدد الفوتونات ← زيادة عدد الالكترونات المتحررة ← زيادة شدة التيار.

الضوء فوتونات

- ضوء قوي شدة عالية ← عدد فوتونات أكبر
- ضوء ضعيف شدة أقل ← عدد فوتونات أقل

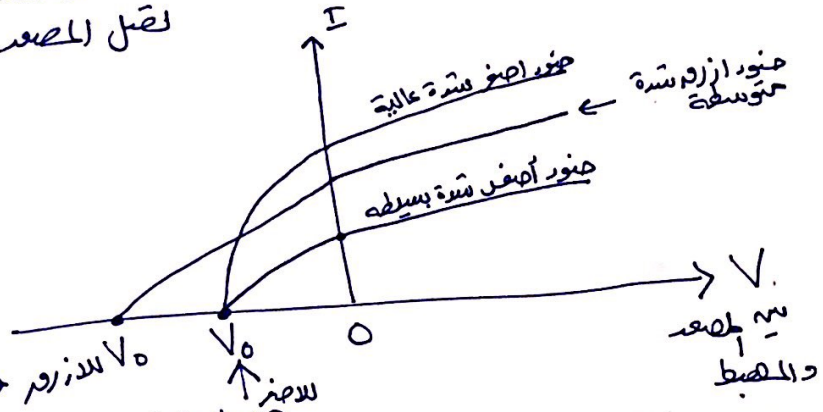
* الرسم البياني

ROYGBIV

f يزداد

- عند $V=0$ الجهد المسلط على الخلية

$I \neq 0$ لأن الالكترونات تنبعث أصلاً بطاقة حركة تتراوح بين $V=0$ و v_{max} ∴ ذات KE لا تحتاج لجهد حتى تصل المصعد وتسجل مرور تيار



جهد الايقاف

$I=0$

جهد الايقاف لا يتغير بتغير شدة الضوء لأن الشدة تؤثر على I فقط وليس KE

زاد جهد الايقاف لأن f زادت ← تزداد V_0 ← تزداد KE ∴

ملاحظة

تردد الضوء الساقط ↓ العتبة ↓

$f \leq f_0 \leftarrow V_0 = 0$

$f > f_0 \leftarrow V_0 > 0$

Scanned by CamScanner

* معادلة أينشتاين بيانيا

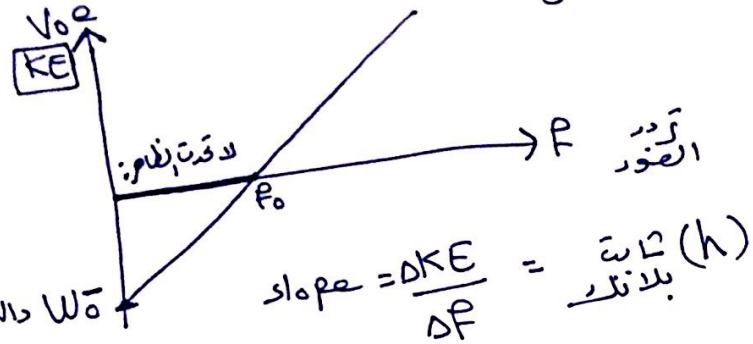
$$hf = hf_o + KE$$

$$KE = hf - hf_o$$

$$y = m x + b$$

معادلة خط مستقيم

الجزء المقطوع من الصادات هو دالة الشغل



$$slope = \frac{\Delta KE}{\Delta f} = \text{ثابت بلانك } (h)$$

$$KE = hf - hf_o$$

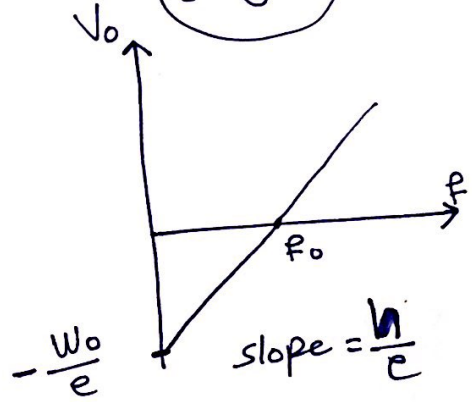
$$V_o e = hf - hf_o$$

بالقسمة على e

$$V_o = \frac{h}{e} f - \frac{hf_o}{e}$$

$$y = m x + b$$

شكل آخر



$$KE = hf - W_o$$

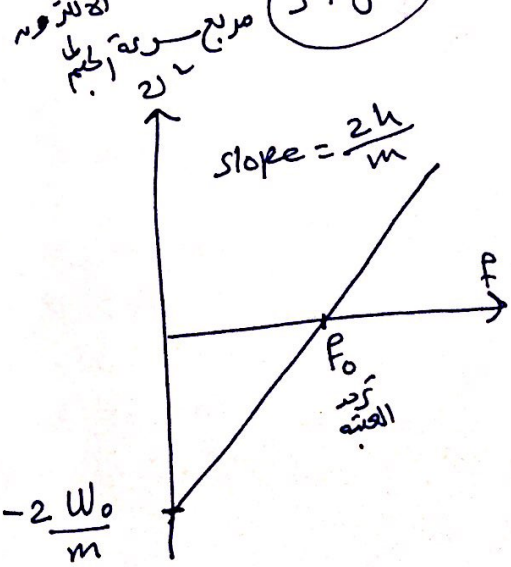
بالقسمة على $\frac{1}{2}m$

$$\frac{1}{2}mv^2 = hf - W_o$$

$$v^2 = \frac{2h}{m} f - \frac{2W_o}{m}$$

$$y = m x + b$$

شكل آخر

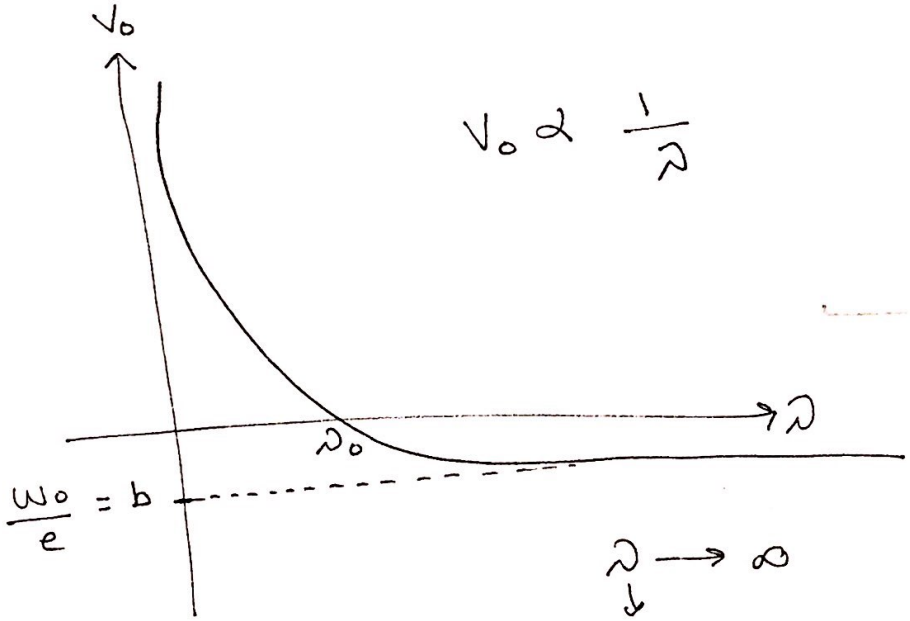


Scanned by CamScanner

$$KE = hf - W_0$$

$$eV_0 = \frac{hc}{\lambda} - W_0$$

$$V_0 = \frac{hc}{e\lambda} - \frac{W_0}{e}$$



$$V_0 \propto \frac{1}{\lambda}$$

$\lambda \to \infty$

$$\frac{hc}{e\lambda} = 0$$

$$\therefore V_0 = -\frac{W_0}{e}$$

Scanned by CamScanner